

Trabalho de Conclusão de Curso

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE BRAQUETES ORTODÔNTICOS COLADOS COM DIFERENTES TÉCNICAS

Diogo Alencar Cé



**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Diogo Alencar Cé

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE
BRAQUETES ORTODÔNTICOS COLADOS COM
DIFERENTES TÉCNICAS**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Maykot Prates

Florianópolis

2014

Diogo Alencar Cé

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE
BRAQUETES ORTODÔNTICOS COLADOS COM
DIFERENTES TÉCNICAS**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado, adequado para obtenção do título de Cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 23 de julho de 2014.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Luiz Henrique Maykot Prates, UFSC
Orientador



Prof. Dr. Dalmo Enéas Ritter, UFSC
Membro



Prof. Dr. Ricardo de Sousa Vieira, UFSC
Membro

*Dedico este trabalho primeiramente aos meus pais, **Jaime e Genilde**, pois confiaram em mim e me deram esta oportunidade de concretizar e encerrar mais uma caminhada da minha vida. Sei que eles não mediram esforços para que este sonho se realizasse.*

*Aos meus irmãos **George e Angela**, pela ajuda e pelo incentivo que me deram para seguir este caminho.*

*À minha namorada **Charlene**, por todo o amor e carinho e por sempre me apoiar e incentivar ao longo dessa longa e gratificante jornada.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, pois sem ele eu não teria traçado o meu caminho e feito a minha escolha pela odontologia.

Aos meus pais **Jaime e Genilde**, por serem pais exemplares, motivo de orgulho e por abdicar de tantas coisas para que eu conseguisse realizar meus sonhos. Obrigado pelo amor incondicional, pela compreensão, o carinho e por me ensinar a ser feliz e cuidar das pessoas que eu amo. Obrigado também por me ensinarem a superar as dificuldades e lutar pelos meus sonhos, sempre acreditando em minha capacidade. Obrigado por tudo.

Aos meus irmãos **George e Angela**, pelas conversas, pelo apoio e a perseverança dispensada para a conclusão desta etapa da minha vida.

À minha namorada **Charlene**, pela compreensão nos momentos em que me ausentei. Por acreditar e confiar em mim, por ser exemplo de honestidade e por todo o amor e carinho a mim concedidos. Obrigado por todas as horas de auxílio, pelo sono perdido, pelas ideias, críticas e incentivos. Obrigado por permitir que eu estivesse ao seu lado nessa caminhada; você foi responsável por muitas das minhas vitórias.

A todos os professores e em especial ao meu orientador **Luiz**, por exigir de mim muito mais do que eu supunha ser capaz de fazer. Agradeço por aceitar a orientação, pela disponibilização de materiais, por transmitir seus conhecimentos, por fazer da minha monografia uma experiência positiva e, por ter confiado na minha capacidade, sempre estando ali me orientando e dedicando parte do seu tempo à mim.

À minha colega **Helena Gadotti** e sua família, por me ajudarem na aquisição dos dentes bovinos utilizados nesta pesquisa.

Ao meu colega e amigo **Ricieri Augusto Bettanin**, por prontamente me ajudar na aquisição das imagens da parte laboratorial deste trabalho. Agradeço também por me acompanhar nessa jornada de 5 anos. O levarei para o resto da minha vida como uma pessoa de exemplo, tanto pessoal como profissional. Obrigado pelo seu companheirismo.

Ao meu primo **Luis Henrique Pavan**, por me ensinar e auxiliar na edição de imagens fotográficas.

Ao **Lauro Menezes**, funcionário do Laboratório de Materiais Dentários da UFSC, pela disposição em auxiliar durante a execução dos procedimentos experimentais.

À todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa, o meu sincero agradecimento.

À todas as pessoas que tive a sorte de conhecer durante este período e, que de alguma forma marcaram esta etapa da minha vida.

Meu eterno obrigado.

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.”

(Ayrton Senna da Silva)

RESUMO

Nesta pesquisa laboratorial foi avaliada a resistência ao cisalhamento da união de braquetes de policarbonato, cimentados sobre o esmalte dentário com diferentes técnicas. Foram utilizados 75 incisivos inferiores permanentes bovinos, divididos em cinco grupos (n=15). As colagens foram realizadas com o compósito Natural Ortho, seguindo as recomendações do fabricante, ou seja, condicionamento do esmalte com ácido fosfórico a 37%, lavagem, secagem, aplicação do adesivo Alpha Bond Ligth na superfície condicionada e colagem propriamente dita, diferenciando-se apenas o tratamento dos braquetes utilizados. No Grupo 1 (controle) foram utilizados braquetes metálicos, enquanto nos grupos 2, 3, 4 e 5 foram utilizados braquetes de policarbonato, sendo que nos grupos 4 e 5 as bases dos braquetes foram submetidas previamente ao jato com óxido de alumínio de 50 micrometros. Nos grupos 3 e 5 também foi realizada aplicação do adesivo Alpha Bond Ligth na base do braquete. Após a colagem, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada, à temperatura de 37°C, por 24 horas. Na seqüência, foi realizado o ensaio de resistência ao cisalhamento (Instron), à velocidade de 0,5 mm/min. Os valores obtidos foram submetidos ao teste de Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey (5%) e demonstraram que o valor médio do Grupo 4 (10,30MPa) foi estatisticamente superior ao dos grupos 2 e 3, com 8,10MPa e 7,91MPa respectivamente ($p < 0,05$). O Grupo 1 (9,69MPa – controle) e o Grupo 5 (9,85MPa) foram estatisticamente similares entre si e aos demais grupos ($p > 0,05$). Concluiu-se que o tratamento da base do braquete de policarbonato com jato de óxido de alumínio foi eficiente no preparo da superfície previamente à colagem estética ortodôntica, por fornecer maior resistência adesiva e que todos os tratamentos avaliados proporcionaram resistência de união compatível com a utilização clínica.

Palavras-chave: Resistência ao cisalhamento; Colagem dentária; Braquetes estéticos.

ABSTRACT

In this laboratory research the shear bond strength of polycarbonate brackets to enamel was measured. 75 bull permanent lower incisors were used and divided into five groups ($n=15$). Bondings were made with the composite Natural Ortho and Alpha Bond adhesive, following the manufacturer's recommendations. In Group 1 (control) metal brackets were used, while in groups 2, 3, 4 and 5 were used polycarbonate brackets, considering that in groups 4 and 5 the bases of the brackets were previously submitted to the jet with aluminum oxide of 50 microns. In groups 3 and 5 also was realized the application of the adhesive Alpha Bond Ligth at the bracket base. After bonding, the bodies of the test piece were stored in distilled water at 37°C for 24 hours. The shear bond strength tests were done in an Instron machine at a speed of 0.5mm/min. The values obtained were submitted to the Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey test (5%) and demonstrated that the mean value of Group 4 (10.30MPa) was statistically higher than in groups 2 and 3 with 8.10MPa and 7.91MPa, respectively ($p < 0.05$). Group 1 (9.69MPa - control) and Group 5 (9.85MPa) were statistically similar between them and with the other groups ($p > 0.05$). It was concluded that the treatment of the polycarbonate bracket with a aluminum oxide jet was effective in surface preparation previously bonding and provided good bond strength values compatible to clinical use.

Keywords: Shear strength; Dental bonding; Esthetics brackets.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação das etapas laboratoriais: A (profilaxia), B (lavagem), C (secagem).....	50
Figura 2 – Representação das etapas laboratoriais: A (condicionamento com ácido fosfórico 37%), B (aplicação de adesivo no dente), C (aplicação do compósito ortodôntico no braquete).	50
Figura 3 – Representação das etapas laboratoriais: A (jateamento com óxido de alumínio 50µm na base do braquete), B (lavagem em aparelho de ultrassom), C (aplicação de adesivo no braquete).	51
Figura 4 – Representação das etapas laboratoriais: A (agulha de Gillmore posicionada sobre o braquete), B (remoção dos excessos do compósito com espátula), C (fotoativação com aparelho LED).	52
Figura 5 – Representação das etapas laboratoriais: A (corpo-de-prova posicionado na máquina de ensaios mecânicos Instron), B (detalhe do posicionamento do braquete durante o teste), C (corpo-de-prova e braquete após o teste).	53
Figura 6 – Representação gráfica dos valores médios da resistência de união ao esmalte (MPa), por cisalhamento, nos diferentes grupos avaliados (n=15).	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios da resistência de união ao esmalte (MPa), por cisalhamento, nos diferentes grupos avaliados (n=15)..	55
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

mm – Milímetro

min – Minuto

Fig. – Figura

SEP – Self Etching Primer

IRA – Índice de Remanescente Adesivo

PVC – Cloreto de Polivinil

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

G – Grupo

LISTA DE SÍMBOLOS

% – porcentagem

μm – micrometro

$^{\circ}\text{C}$ – grau celsius

MPa – megapascal

kg – quilograma

N – newton

P – significância estatística

cm^2 – centímetro quadrado

mm^2 – milímetro quadrado

+ – adição

= – igualdade

kgf – quilograma força

g – grama

mW – megawatt

et al. – e outros (abreviatura de et alii)

p. – página

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	27
2. REVISÃO DE LITERATURA	33
3. OBJETIVOS	47
3.1. Objetivo Geral	47
3.2. Objetivo Específico	47
4. MATERIAIS E MÉTODOS	49
5. RESULTADOS	55
6. DISCUSSÃO	57
7. CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS	65
ANEXO A – Termo de Doação	70
ANEXO B – Valores individuais de resistência de união em Newtons, por cisalhamento, nos diferentes grupos avaliados	71
ANEXO C – Valores individuais de resistência de união em MPa, por cisalhamento, nos diferentes grupos avaliados	72
ANEXO D – Quadro de Análise de Variância (ANOVA)	73
ANEXO E – Valores de “P” após a aplicação do teste de Tukey (5%)	74

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o grande avanço nas áreas científica e tecnológica trouxe inúmeros benefícios para a Odontologia, refletindo-se intensamente na Ortodontia. Inúmeras pesquisas fizeram surgir novas técnicas e materiais que resultaram no incremento, aprimoramento e simplificação dos procedimentos clínicos. Na Ortodontia, desde o início da utilização de artefatos fixos, havia uma incerteza com relação à fixação e estabilidade dos acessórios aos dentes. Inicialmente, utilizava-se a bandagem total da dentição, técnica que apresentava desvantagens práticas e estéticas, que frequentemente provocava agressão aos tecidos gengivais (SEIXAS, 2005; PROFFIT, 2007).

Visando superar essas características desfavoráveis, desenvolveu-se a técnica de colagem de braquetes diretamente sobre a superfície dentária. Os primeiros braquetes utilizados eram confeccionados em aço inoxidável. Embora não eliminassem a aparência metálica, possuem excelentes propriedades mecânicas, boa resistência à corrosão, menor fricção entre o metal do braquete e o metal do fio ortodôntico e baixo custo de produção (BÁGGIO, TELLES, DOMICIANO, 2007; PROFFIT, 2007). Com o passar do tempo, a estética tornou-se extremamente relevante não apenas no resultado final, mas em todas as etapas do tratamento ortodôntico. Surgiram então os braquetes estéticos.

Em meados de 1970, os braquetes plásticos foram os primeiros acessórios estéticos lançados no mercado, sendo compostos por um polímero denominado policarbonato (MATAGLIATI *et al.*, 2006). Embora introduzidos com considerável entusiasmo, Proffit (2007) ressalta que, apesar de estética muito favorável, os braquetes de policarbonato sofrem constantes problemas como manchas ou descoloração durante o tratamento, têm pobre estabilidade dimensional e maior fricção entre o plástico do braquete e o metal do fio. A sua composição

original foi modificada, e atualmente os braquetes de policarbonato são reforçados com partículas de cerâmica ou vidro e podem apresentar canaletas metálicas, na tentativa de reduzir estes problemas (MATAGLIATI *et al.*, 2006).

Os braquetes cerâmicos tornaram-se disponíveis comercialmente no final de 1980. Superaram em muito as limitações dos braquetes de plástico, uma vez que são mais duráveis e resistentes a manchas (PROFFIT, 2007). São confeccionados basicamente de alumina e, de acordo com o processo de fabricação, podem ter dois tipos de composição: policristalina e monocristalina. Os braquetes de alumina policristalina constituem-se de vários cristais de óxido de alumínio fusionados a altas temperaturas. São os mais comuns e populares, pela qualidade de seu material e pela relativa facilidade de produção (SOBREIRA, LORIATO e OLIVEIRA, 2007).

Em contra partida, os braquetes de alumina monocristalina são mais caros e seu processo de produção mais complexo. Cristais individuais são produzidos a partir de uma massa fundida de óxido de alumínio, a temperaturas mais elevadas que 2100°C, sendo essa massa vagarosamente esfriada para permitir uma cristalização controlada. Assim, forma-se um material com menos imperfeições ou impurezas (SOBREIRA, LORIATO e OLIVEIRA, 2007).

Recebidos com grande entusiasmo, imediatamente seu uso se expandiu. Entretanto, a cerâmica é um material muito duro e friável (PROFFIT, 2007). Assim, problemas com fraturas de braquete, fricção dentro da canaleta, desgaste dos dentes que contatam com o braquete e os danos ao esmalte em sua remoção logo se tornaram aparentes (PROFFIT, 2007; SOBREIRA, LORIATO e OLIVEIRA, 2007).

O primeiro artigo de que se tem referência sobre colagem de braquetes diretamente sobre a superfície dentária foi escrito por Sadler, em 1958; enquanto Newman, em 1965, teria

popularizado a técnica (CORRER SOBRINHO *et al.*, 2002 e PITHON *et al.*, 2008). A partir de então, inúmeros progressos científicos conduziram ao aprimoramento do método, de tal modo que o sucesso da prática tornou-se garantido, sendo uma rotina o uso de braquetes colados diretamente no esmalte (FLORIANO *et al.*, 2001).

Apesar dos principais fatores responsáveis pelo sucesso da terapia ortodôntica ainda serem o diagnóstico e o plano de tratamento, o sistema adesivo utilizado na colagem de braquetes diretamente sobre a superfície dentária foi a técnica que revolucionou o tratamento com aparelhos ortodônticos fixos, simplificando a mecânica ortodôntica para o profissional e tornando o tratamento mais acessível para o paciente, devido a diminuição de custos (MONDELLI e FREITAS, 2007).

Segundo Bishara *et al.* (2000), o emprego do condicionamento ácido da superfície dentária, proposto por Michael Buonocore em 1955, possibilitou aumento na união mecânica entre a superfície do esmalte e o material restaurador resinoso. A técnica proporciona o imbricamento mecânico da resina nas microporosidades produzidas pelo ácido fosfórico aplicado ao esmalte dentário.

O advento da colagem de braquetes simplificou a montagem do aparelho ortodôntico fixo e promoveu a redução das fases e do tempo de trabalho, uma vez que não interfere no contato interproximal, eliminando a necessidade de separação dos dentes pré-tratamento. Além disso, apresentou importantes vantagens, tais como: redução do comprometimento estético, diminuição das manchas brancas no esmalte, maior facilidade na remoção da placa bacteriana, redução das gengivites e hiperplasias, maior conforto para o paciente, possibilidade de colagem de braquetes em dentes parcialmente erupcionados, menor probabilidade de descalcificações geradas por infiltrações, e maior facilidade na detecção de cárie (BISHARA *et al.*, 2000; FLORIANO *et al.*, 2001; TORTAMANO *et al.*, 2002; MONDELLI e FREITAS, 2007).

Assim, a colagem dos braquetes diretamente sobre o esmalte se tornou uma prática universal, sendo as resinas, cimentos de ionômero de vidro e cimentos de ionômeros de vidro modificados por resina, os materiais utilizados preferencialmente para esse fim (ALJUBOURI, MILLET e GILMOUR, 2003; CORRER SOBRINHO *et al.*, 2002; RETAMOSO *et al.*, 2006, SEIXAS, 2005).

Para Seixas (2005), a propriedade imprescindível de um adesivo ortodôntico é a capacidade de manter os acessórios firmemente aderidos aos dentes durante todo o tratamento, resistindo às cargas ortodônticas e decorrentes da mastigação. Segundo a autora, o adesivo ideal deve ainda apresentar características físico-químicas e mecânicas que atendam às necessidades clínicas, como: a) ser compatível com o tempo de trabalho clínico, permitindo o posicionamento preciso dos acessórios; b) possuir coeficiente de expansão térmica próximo ao do dente; c) permitir que a remoção do acessório ortodôntico seja realizada sem provocar danos à superfície dentária.

Com a introdução da colagem direta, evidenciou-se também uma preocupação com a relação entre os braquetes e as forças de adesão adequadas. Souza, Francisconi e Araújo (1999), assim como, Pithon, Oliveira e Ruellas (2006), ao estudarem a união braquete/adesivo/dente, observaram que o local da fratura, responsável pela queda dos braquetes, normalmente ocorria na interface braquete/adesivo, devido à fraca união adesiva existente nesta área.

Desde então, busca-se uma forma de aumentar a adesão entre braquete e adesivo. Embora muitos aperfeiçoamentos tenham sido realizados nos braquetes objetivando a melhoria dessa ligação, como a modificação no desenho das bases, com telas, perfurações, ranhuras ou por meio de diferentes agentes de ligação e tipos de resina, a interface braquete/adesivo continua sendo crítica em termos de resistência e durabilidade no ambiente bucal (SOUZA, FRANCISCONI, ARAÚJO, 1999; PITHON, OLIVEIRA, RUELLAS, 2006).

Existe no arsenal odontológico um condicionador micromecânico denominado “Micro-etcher”, que, acoplado ao equipo odontológico, possibilita a aplicação de jato de óxido de alumínio (25 a 100 μ m) sobre as superfícies dentárias ou metálicas, diretamente na boca. Por possibilitar a silanização e ligação da resina composta à liga metálica, este condicionamento de superfície foi primeira e especialmente indicado para o reparo de restaurações metalocerâmicas e metaloplásticas (MONDELLI e FREITAS, 2007).

Em 1998, Zachrisson relatou que o microjateamento com partículas de 50 micrometros (μ m) de óxido de alumínio produz uma superfície retentiva na superfície de metais, sendo a resistência adesiva sensivelmente aumentada, especialmente se “primers” forem utilizados. Entretanto, Mondelli e Freitas (2007), relataram que esse tratamento de superfície não possui uma metodologia corretamente estabelecida, e que ainda faltam pesquisas controladas para avaliar se a aplicação de jato de óxido de alumínio sobre a base do braquete, individualmente ou associado com outros agentes de ligação, aumenta ou não a resistência na interface adesiva.

Levando-se em conta que até o momento a união acessório/resina é conseguida mecanicamente e quimicamente, pelos recursos citados anteriormente, e sabendo que no comércio odontológico existe um dispositivo que tem a capacidade de condicionar a área de superfície, criando retenções mecânicas adicionais por meio da aplicação de jato de óxido de alumínio no braquete, além da possibilidade de utilização de outros recursos relacionados à eficiência dos materiais e técnicas utilizadas para a colagem de braquetes ortodônticos, seria útil um estudo que abordasse o assunto, avaliando-se a resistência de união de braquetes colados com diferentes técnicas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Buonocore em 1955, colaborou, indiretamente, com grande impulso à fixação direta de braquetes sobre a superfície dentária, elaborando um método para aumentar a adesão de materiais acrílicos restauradores às superfícies de esmalte previamente tratado com solução ácida. Considerou que uma das grandes falhas das restaurações era a falta de adesividade às estruturas dentárias e que se tal capacidade fosse desenvolvida, muitas vantagens seriam obtidas, como a diminuição da necessidade de retenção e forma de resistência em preparos cavitários, e um efetivo selamento, diminuindo a infiltração marginal. O autor concluiu que o aumento da área obtida com o condicionamento, conseqüentemente aumenta os valores das forças de adesão, classificando esta retenção como um fenômeno puramente físico.

Um dos primeiros artigos sobre a fixação de braquetes diretamente sobre a estrutura dentária foi escrito por Sadler, em 1958. Neste trabalho *in vitro* utilizou nove materiais fixadores, sendo quatro cimentos dentários, um cimento a base de borracha, dois adesivos para metal e dois adesivos gerais, tendo como proposta analisar materiais que pudessem ser usados na clínica ortodôntica, possibilitando a união de braquetes metálicos diretamente ao dente, eliminando completamente as bandas. Os braquetes foram colados em dentes humanos extraídos e os espécimes foram submetidos a teste de tração, cisalhamento e torque. Após a realização dos testes, o autor concluiu que nenhum dos materiais fixadores utilizados promoveu estabilidade requerida para a clínica ortodôntica.

O sucesso das colagens diretas sobre o esmalte dentário se iniciou com Newman em 1965, quando desenvolveu alguns compósitos que supriram as necessidades desejadas para a colagem de braquetes à face vestibular dos dentes. Nesse estudo surgiu um compósito que apresentava baixa toxicidade, mas um

tempo de polimerização suficiente para manter o braquete em posição de 15 a 30 minutos e de 4 dias para a completa polimerização. Os acessórios plásticos foram colados na superfície vestibular de incisivos centrais humanos, previamente condicionados com ácido fosfórico. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada à 37°C por 30 dias e, em seguida, submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento. Os resultados do teste de resistência à adesão demonstraram valores variando de 9,7 kg/cm² a 47,47 kg/cm². O autor concluiu que o tratamento da superfície do esmalte com ácido fosfórico melhorou a força adesiva e que a fórmula da resina proposta diminuiu o tempo de polimerização do material, além de apresentar baixa toxicidade, o que possibilitava o seu uso clínico, mas sugeriu que o tempo de polimerização da fórmula proposta fosse diminuído.

Evans e Powers, em 1985, investigaram *in vitro* a influência da espessura do compósito sob o braquete, na força de adesão de 4 marcas de resina compostas quimicamente ativadas. Foram utilizados braquetes metálicos colocados com diferentes espessuras de resina sob a base: 0,25 mm; 0,30 mm; 0,33 mm; 0,38 mm e 0,51 mm. Verificaram-se também alterações na força de adesão ao esmalte dentário, geradas pela exposição à umidade durante 1; 2,5 e 5 minutos após a aplicação do agente de união, antes do procedimento de colagem. Os testes foram realizados em uma máquina de ensaios Instron. Os resultados demonstram que de forma geral, houve uma diminuição gradativa na força de adesão das resinas, à medida que se aumentou a sua espessura sob os dispositivos. O tempo de exposição à umidade influenciou de forma negativa, diminuindo os níveis de força de união ao esmalte. A análise da superfície do esmalte, após a descolagem, demonstrou que as fraturas ocorreram essencialmente na interface adesivo/base metálica.

Zachrisson em 1998 relatou que o microjateamento com partículas de 50µm de óxido de alumínio em conjunto com um sugador potente produz uma superfície retentiva em superfícies de ouro e outros metais (inclusive amálgama de prata), na qual a

colagem com adesivos é sensivelmente aumentada, especialmente se “primers” forem utilizados. Além disso, o microjateamento seria o melhor método para remover resíduos de resina sobre as bases dos braquetes, preparando-os para recolagem. Sobre restaurações ou superfícies de coroas acrílicas, o autor recomenda discos de lixa ou similares para aumentar sua aspereza e uma resina adesiva acrílica é preferida para colagem de braquetes metálicos, plásticos ou cerâmicos sobre essas superfícies.

Diante da diminuição do tamanho dos braquetes por exigência estética, Mac Coll *et al.* em 1998 estudaram os efeitos do jato de óxido de alumínio de 50 micrometros sobre a superfície da base do braquete, redução da área desta superfície e condicionamento do esmalte com diversos tipos de ácido em relação à resistência ao cisalhamento da colagem. Além disso, verificaram o efeito do jateamento realizado no consultório em comparação com os métodos indústrias de reciclagem (Esmalident e Vector Dental Corporation). Foram utilizados quatro diferentes tipos de base: 12,35 mm², 8,41 mm², 6,82 mm² e 2,38 mm² (convencionais ou jateadas). Cada grupo tinha 12 corpos-de-prova (n=12), sendo utilizado esmalte de dentes bovinos. O condicionamento foi feito com ácido fosfórico gel a 37%, ácido fosfórico em solução aquosa 37%, ácido maleico gel a 10% e ácido maleico em solução aquosa a 10%. A colagem foi realizada utilizando Phase II. Os corpos-de-prova foram armazenados por sete dias em água destilada e temperatura controlada, antes da realização do teste de resistência ao cisalhamento em máquina de ensaio universal Instron, com velocidade de 0,5 mm/min. As bases de braquetes com área menor que 6,82 mm² tiveram menor resistência que aquelas com área maior. Houve um aumento estatisticamente significativo na resistência ao cisalhamento dos braquetes jateados para todos os tamanhos de base. O condicionamento com ácido maleico aquoso foi associado a maior resistência dos braquetes, sendo que não houve diferença estatisticamente significativa entre os outros três ácidos utilizados. Os resultados desse estudo sugeriram que para aumentar a resistência ao cisalhamento dos braquetes não é necessário

aumentar a área de base, pois houve um aumento significativo da força de adesão dos braquetes tratados com jateamento ou solução de ácido maleico, em relação ao convencional.

Souza, Francisconi e Araújo em 1999 realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a resistência de união de 5 cimentos utilizados para colagem de braquetes em ortodontia: Concise Ortodôntico (3M), Fuji Ortho LC (GC), Vitremer (3M), Dyract (Dentsply) e Transbond XT (3M). Para isso, utilizaram 50 pré-molares humanos recém extraídos. Os braquetes foram colados com materiais de acordo com as instruções dos fabricantes. Testes de cisalhamento foram realizados com uma Máquina de Ensaio Universal Kratos com velocidade de 0,5 mm/min. As médias de resistência obtidas foram: Concise Ortodôntico = 21,94MPa, Transbond XT = 19,93MPa, Fuji Ortho LC = 18,13MPa, Dyract = 10,68MPa e Vitremer = 6,91MPa. Observaram-se diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, com exceção da comparação entre os grupos Concise Ortodôntico x Transbond XT e Fuji Ortho LC x Transbond XT. Com isso, observou-se e justificou-se o grande uso da resina Concise Ortodôntico, juntamente com o Transbond XT e Fuji Ortho LC na ortodontia. Apesar dos menores valores de resistência do Dyract e Vitremer, não contra indicou-se o uso desses materiais por apresentarem resistência superior ao exigido na prática ortodôntica. Além disso, observou-se a maior incidência de fraturas do material adesivo na interface cimento/braquete, podendo-se dizer que ainda não foi encontrado um material que seja tão aderente ao metal quanto normalmente é ao esmalte dentário.

Correr Sobrinho *et al.* em 2001 estudaram a resistência ao cisalhamento da colagem de braquetes ortodônticos, utilizando cinco materiais ativados por diferentes sistemas. Para isso, utilizou-se 50 pré-molares recém extraídos por indicação ortodôntica, divididos em cinco grupos de 10 dentes (n=10) para cada material adesivo. Os materiais escolhidos para o estudo foram às resinas compostas Z100 (3M) – resina

fotopolimerizável, Transbond XT (3M) – adesivo ortodôntico fotopolimerizável, Concise Ortodôntico (3M) – quimicamente ativada, além dos cimentos de ionômero de vidro Vitremer (3M) – cura dual e Fuji Ortho LC (GC) – cura dual. Os testes foram efetuados 24 horas após a colagem e ciclagem térmica, numa máquina de ensaio universal Instron, regulada para uma velocidade de 0,5 mm/min. Como resultados, observaram que os valores de resistência ao cisalhamento com material Concise Ortodôntico (11,42MPa) foram estatisticamente superiores aos braquetes fixados com Transbond XT (7,33MPa), Z100 (6,16MPa), Fuji Ortho LC (5,60MPa) e Vitremer (3,61MPa). Os braquetes fixados com Transbond XT e Fuji Ortho LC não apresentam valores estatisticamente diferentes entre si, porém estatisticamente superiores em relação ao Vitremer. O estudo mostrou também que a maior porcentagem de falhas foi coesiva do cimento na interface material para colagem/braquete com exceção do Vitremer que mostrou falha na união esmalte/cimento. Neste trabalho, evidenciaram-se os melhores resultados da resina quimicamente ativada Concise Ortodôntico em relação aos outros materiais, que mesmo assim também podem ser indicados para a colagem de braquetes, com exceção do Vitremer que deveria ter seu uso restrito e melhor investigado devido à baixa resistência adesiva obtida no estudo.

Em seu trabalho no ano de 2003, Tavares *et al.* avaliaram a resistência ao cisalhamento de braquetes reciclados com óxido de alumínio com partículas de 90 micrometros e 50 micrometros. Foram usados 30 pré-molares humanos com uma resina quimicamente ativada, Concise Ortodôntico (3M) e 30 braquetes metálicos de pré-molares da marca Morelli (Dental Morelli), reciclados pela empresa Bio-art (São Carlos/SP). Os dentes foram separados em três grupos (n=10). No grupo 1 (controle), os braquetes foram colados por técnica convencional. Nos grupos 2 e 3 os braquetes foram recolados depois da reciclagem por jateamento com óxido de alumínio em ciclos de 90µm e 50µm, respectivamente. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina Instron, com velocidade de 0,5mm/min. e o resultado foi

submetido a ANOVA e teste Tukey (5%). Os resultados não apresentaram nenhuma diferença estatística significativa entre braquetes reciclados por óxido de alumínio e o grupo controle. Os braquetes reciclados por 90 e 50 micrometros de óxido de alumínio, não apresentaram diferenças estatísticas significantes.

Seixas em 2005 afirmou que o condicionamento ácido do esmalte permite que ocorra uma desmineralização seletiva do esmalte, resultando em microporosidades. O esmalte condicionado possui uma alta energia superficial, diferente da superfície normal do esmalte, e permitindo que uma resina “molhe” prontamente a sua superfície. O ataque ácido promove o aumento da energia superficial do esmalte bem como da área de contato, permitindo a criação de retenção para o material resinoso. Muitos ácidos têm sido utilizados para a realização do condicionamento do esmalte, entretanto o ácido universalmente empregado é o fosfórico, em uma concentração que pode variar entre 30% e 50%, sendo a concentração de 37% a mais comumente empregada. O uso do ácido em concentrações superiores a 50% ou inferiores a 27% resulta na formação de um sal insolúvel que permanece nos microporos obstruindo-os – mesmo após a lavagem – levando ao comprometimento do condicionamento. Um maior tempo de condicionamento resulta em maior dissolução química do esmalte e zona de condicionamento mais profunda, não havendo correlação entre a profundidade de condicionamento e a força adesiva na união dente/resina. Atualmente o tempo de aplicação do ácido é frequentemente 15 a 30 segundos. Em sua revisão de literatura a autora relatou que a magnitude das forças mastigatórias contribui para que estas sejam as principais componentes da força resultante sobre o sistema dente/cimento/braquete, sendo que a maior causa dos fracassos no sistema de adesão está relacionada com a força normal de oclusão que é transmitida aos dentes durante a mastigação. A autora encontrou valores de adesão variando de 1,38MPa a 10MPa, mas afirmou que os valores mínimos de adesão preconizados por Reynolds (1975) – de 6 a 8MPa – tem sido aceitos como referência nos estudos realizados.

Seixas também estudou as propriedades físicas de dois adesivos utilizados em ortodontia, o Concise Ortodôntico (3M) e Fill Magic Ortodôntico (Vigodent), comparando suas forças de adesão de braquetes metálicos ao esmalte com ensaios de cisalhamento com e sem termociclagem, expansão térmica e índice de adesivo remanescente (IRA). Os resultados demonstraram que o Concise mostrou-se superior quanto à força de adesão com ou sem termociclagem, sendo as médias maiores ainda após a termociclagem. A resina Fill Magic Ortodôntico apresentou os menores valores de resistência ao cisalhamento, principalmente após a termociclagem. Quanto ao IRA, somente o material Concise apresentou fratura de tecido dental em alguns dentes. A autora relata que a utilização de resinas com alto conteúdo de partículas de carga deve ser criteriosa e não recomendável em elementos dentais que apresentam linhas de fratura em sua superfície, que sofreram clareamento ou que perderam a vitalidade há muito tempo, devido ao maior risco de fratura da superfície.

Sponchiado *et al.* em 2005 avaliaram a resistência de união ao cisalhamento de braquete metálicos colados ao esmalte dentário bovino, utilizando um sistema adesivo convencional, composto de ácido fosfórico + primer + resina adesiva, e de um sistema autocondicionante, o Self Etching Primer (SEP) avaliado em ambiente seco e úmido. Quarenta e oito incisivos inferiores bovinos foram divididos em três grupos de 16 unidades (n=16) que foram assim preparados: grupo 1 (controle) ácido fosfórico 37% + primer + resina Transbond XT; o grupo 2 Transbond Plus Self Etching Primer em ambiente seco + resina Transbond XT e no grupo 3 o Transbond Plus Self Etching Primer foi aplicado em ambiente úmido com água + Transbond XT. Efetuada a colagem, procedeu-se o ensaio mecânico em uma máquina Instron, a uma velocidade de 1 mm/min. As médias da resistência de união ao cisalhamento encontradas foram: 9,29MPa para o grupo 1; 10,57MPa para o grupo 2 e 7,45MPa para o grupo 3, sendo que os três grupos apresentaram resistência compatível com o uso clínico. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o

sistema convencional e o SEP em ambiente seco, nem em ambiente úmido. Houve uma redução significativa na resistência de união ao cisalhamento para o SEP em ambiente úmido quando comparado ao SEP em ambiente seco. Os autores concluíram que o Transbond Plus Self Etching Primer apresenta resistência de união ao esmalte similar ao ácido fosfórico 37% + primer, sendo indicado para uso clínico na colagem de braquetes ortodônticos. Afirmam ainda que é possível obter sucesso na colagem clínica tanto com ácido fosfórico 37% + primer quanto com o SEP em ambiente seco e úmido.

Romano *et al.* em 2005 determinaram a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados com três sistemas adesivos sobre o esmalte condicionado com primer autocondicionante Transbond Plus Self Etching Primer (SEP). O grupo controle foi colado com o sistema convencional de condicionamento ácido Transbond XT. Nos demais, os adesivos foram: Transbond XT, Z100 e Concise Ortodôntico com condicionamento do esmalte apenas com o primer ácido. Os resultados mostraram valores mais altos de força de adesão para o grupo controle. Os grupos Transbond XT e Z100 com primer ácido alcançaram valores suficientes para aplicação clínica e o grupo onde se utilizou o Concise e o primer ácido mostrou-se inviável para o mesmo. Os autores lembram que o próprio fabricante do Transbond Plus Self Etching Primer recomenda que ele seja utilizado apenas com o adesivo Transbond XT para a obtenção de resultados ótimos e menor tempo de cadeira, resultando em mais conforto para o paciente e para o profissional.

Mondelli e Freitas em 2007 realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a força de união da interface resina/braquete, empregando três marcas comerciais de resina composta (Concise ortodôntico, Transbond XT e Filtek Z250) e o efeito nesta resistência adesiva, do jateamento com óxido de alumínio, aplicado na base do braquete metálico, associado ou não ao sistema adesivo resinoso dentário. Para isso, foram utilizados 120 braquetes ortodônticos de aço inoxidável, inseridos em corpos-

de-prova e divididos em 12 grupos, com 10 espécimes para cada um deles. Para cada grupo, variou-se o tipo de resina composta, a utilização ou não do jateamento prévio com óxido de alumínio na base do braquete e o sistema adesivo. Os corpos-de-prova foram levados a uma máquina universal de ensaios (KRATOS, modelo K2000 MP) que era então acionada, à velocidade de 0,5mm por minuto, no sentido de compressão, desenvolvendo-se assim uma tensão de cisalhamento na interface base do braquete/resina, até o momento da fratura ou rompimento da união adesiva. Em relação aos tipos de materiais empregados, as resinas compostas Concise Ortodôntico, Transbond XT e Filtek Z250 apresentaram valores similares de resistência adesiva sob os esforços de cisalhamento, quando aplicadas nas bases dos braquetes, sem nenhum tratamento prévio (grupo controle). Assim, todos os tratamentos empregados melhoraram a adesão da resina composta à base dos braquetes, à exceção dos grupos que utilizaram o adesivo Single Bond. Os autores concluíram que o tratamento com jateamento com óxido de alumínio na base dos braquetes melhorou todos os valores de adesividade, na interface resina/braquete, para todos os materiais de colagem empregados. Os resultados encontrados demonstraram que todos os tipos de tratamento utilizados, até mesmo aqueles que diminuíram as médias de resistência adesiva em relação aos seus respectivos controles, estão situados em uma faixa de valores mínimos (6 a 8MPa) o que possibilita sua utilização clínica.

Neste mesmo ano (2007), Python *et al.* verificaram a resistência ao cisalhamento de braquetes colados sobre diferentes condições. Foram divididos 90 pré-molares em seis grupos. No grupo 1 (controle) e 3, os braquetes metálicos e de policarbonato respectivamente, foram colados com Transbond XT seguindo as recomendações do fabricante. Nos grupos 2 e 4 também foram utilizados braquetes metálicos e de policarbonato, respectivamente e ambos colados ao esmalte com Transbond XT, mas o adesivo XT foi substituído por OrthoPrimer. Nos grupos 5 e 6 foram utilizados braquetes de policarbonato com jateamento das bases com óxido de alumínio (50µm) nas mesmas condições

de preparo de superfície dos grupos 3 e 4. Após a colagem, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C em estufa por 24 horas e em seguida submetidos ao ensaio de resistência ao cisalhamento à velocidade de 0,5 mm/min. em máquina Instron. Os resultados não demonstraram diferenças significativas entre o grupo 4 e 6, como também não foram encontradas diferenças entre os grupos 1, 2 e 5, entretanto os resultados foram inferiores aos encontrados para os grupos 4 e 6. O grupo 3 obteve diferença estatística significativa à dos grupos 2, 4 e 6, mas não foi significativa quando comparada aos grupos 1 e 5, levando os autores a concluir que o OrthoPrimer levou a melhores resultados de adesão em seus grupos usando o braquete de policarbonato convencional ou jateado, o que não foi observado no grupo de braquetes metálicos.

Oliveira *et al.* também em 2007 realizaram um estudo com objetivo de avaliar a resistência ao cisalhamento da união de braquetes de policarbonato Composite (Morelli). Foram utilizados 45 incisivos inferiores bovinos divididos em três grupos (n=15). As colagens foram realizadas com compósito Transbond XT seguindo as recomendações do fabricante, ou seja, condicionamento do esmalte com ácido fosfórico à 37%, lavagem, secagem, aplicação de XT primer e colagem propriamente dita, diferenciando apenas os braquetes utilizados. No grupo 1 (controle), foram utilizados braquetes metálicos, nos grupos 2 e 3 foram utilizados braquetes de policarbonato, sendo que no grupo 3 as bases dos braquetes foram jateadas previamente com óxido de alumínio a 50 micrometros. Após a colagem, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a temperatura de 37°C em estufa por 24 horas, sendo posteriormente realizado o ensaio de resistência ao cisalhamento em máquina Instron, à velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostraram não haver diferenças estatísticas entre os grupos e os autores concluíram que ambos os braquetes (metálicos e policarbonato) podem ser usados clinicamente e que o tratamento diferenciado das bases não determinou o aumento da adesividade.

Derech, Pereira e Souza em 2008 avaliaram a influência do jateamento do esmalte com óxido de alumínio na resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos em comparação com a tradicional técnica de condicionamento ácido do esmalte. Oitenta dentes bovinos foram preparados e separados aleatoriamente em quatro grupos (n=20), sendo que a superfície do esmalte foi tratada da seguinte maneira: grupo 1 somente jateamento com óxido de alumínio; grupo 2 profilaxia com pedra-pomes e condicionamento com ácido; grupo 3 jateamento com óxido de alumínio e condicionamento ácido e grupo 4 somente condicionamento ácido. Após, foi aplicado sistema adesivo e o braquete colado com resina. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento e análise do Índice de Remanescente Adesivo (IRA). Aos resultados foram aplicados o teste de variância múltipla (ANOVA) e a comparação entre pares (Tukey). Para análise do IRA foi aplicado o teste Qui-quadrado. O grupo 1 apresentou a menor resistência ao cisalhamento (3,6MPa) e o 3 a maior (13,27MPa). A análise Qui-quadrado do IRA demonstrou que o tratamento da superfície do esmalte tem influência sobre a quantidade de remanescente de resina sobre o esmalte e os grupos 3 e 4 apresentaram a maior quantidade de resina aderida. Os autores concluíram que o jateamento de óxido de alumínio não deve ser o único procedimento utilizado no preparo da superfície do esmalte na colagem de braquetes, porém, quando associado ao condicionamento ácido, mostrou-se eficaz no aumento da retenção entre esmalte e resina. Segundo os autores, novos estudos são necessários visando menor dano do esmalte e adesão satisfatória.

Fleischmann *et al.* em 2008 compararam as forças de adesão de seis tipos de braquetes ortodônticos, cada um com desenho ou tipo de base diferente em dentes incisivos bovinos, em teste de cisalhamento. Sessenta dentes foram separados aleatoriamente em seis grupos (n=10) cada grupo foi colado com um tipo de braquete, a saber: grupo 1: Composite (Morelli) – braquete de policarbonato com protuberâncias para retenção mecânica; grupo 2: Edgewise (Morelli) – metálico com tela de

retenção; grupo 3: Edgewise Standard (OrthoOrganizers) – braquetes metálicos com base *Metal Injection Molding*; grupo 4: Monobloc (Morelli) – braquete metálico em corpo único com protuberâncias; grupo 5: Ilusion Plus (OrthoOrganizers) – porcelana com sulcos de retenção; e grupo 6: Discovery (Dentaurum) – braquetes metálicos com retenções feitas a laser. Após a colagem dos braquetes, os corpos de prova foram guardados em água destilada e estufa a 37°C, permanecendo nessas condições por 72 horas, sendo posteriormente realizados os testes. Os resultados mostraram não haver diferenças estatisticamente significativas entre os grupos e as médias de resistência ao cisalhamento variaram de 3,81MPa (Edgewise – Morelli) a 10,12MPa (Discovery – Dentaurum).

Pignatta *et al.* em 2009, avaliaram o Índice de Remanescente Adesivo (IRA) em dentes bovinos após o processo de descolagem de braquetes com e sem tratamento na base. Utilizaram nesse estudo 240 dentes bovinos permanentes, armazenados previamente em solução aquosa de timol a 0,1%, todos com superfícies vestibular e lingual intactas, e três sistemas adesivos de colagem ortodôntica para os dois padrões de base, seis grupos de 40 dentes bovinos, de acordo com a base do braquete e o sistema de colagem para cada um. Selecionaram 240 braquetes de aço inoxidável para incisivos centrais superiores (Kirium-line – Abzil), sendo 120 com bases de malha convencional e 120 com bases de malha fina pré-tratadas industrialmente com jateamento de alumínio. Os sistemas de colagem selecionados foram: Transbond XT convencional (3M), Transbond Plus Self Etching Primer com resina fotopolimerizável Transbond XT (3M) e um cimento de ionômero de vidro resinoso Fuji Ortho LC em cápsulas (CG Corp.). O teste de descolagem foi realizado em máquina universal de ensaios DL 3000 (EMIC), com célula de carga de 200kgf, velocidade de 1 mm/min. e direção gengivo/incisal. O Índice de Remanescente Adesivo (IRA) foi realizado por meio de estereomicroscópio e por 3 examinadores calibrados. Os resultados foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do método de

Dunn com comparações múltiplas entre os grupos. Concluíram que o tratamento diferenciado das bases não determinou o aumento de adesividade.

Andrade, Reges e Lenza em 2012, realizaram um estudo com o intuito de avaliar a resistência à união da interface entre braquete cerâmico e restauração de resina composta, empregando quatro tipos de tratamento na base do braquete. Foram utilizados 48 discos de resina fotoativada (Filtek Z250) incluídos em corpos-de-prova, divididos em quatro grupos, com 12 espécimes cada grupo (n=12), de acordo com o tipo de tratamento realizado na base do braquete. No grupo 1, as superfícies dos braquetes cerâmicos foram condicionadas com ácido hidrófluorídrico a 10% (FGM) por um minuto, sendo posteriormente lavados por 30 segundos e secados com jato livre de ar e umidade. No grupo 2 as superfícies dos braquetes receberam jateamento com óxido de alumínio de 50 micrometros por 10 segundos. No terceiro grupo, as superfícies foram previamente condicionadas com ácido hidrófluorídrico a 10% por um minuto, lavadas por 30 segundos, secadas e em seguida foi realizado o jateamento com óxido de alumínio de 50 micrometros por 10 segundos. No grupo 4 (controle), as superfícies dos braquetes receberam profilaxia com escova Robson e pedra-pomes, lavadas por 30 segundos e secadas com jatos de ar livre de óleo. Prosseguindo com os tratamentos de superfície nos grupos 1, 2 e 3, foi aplicado o agente de silanização (Dentsply) e realizada a secagem com jatos de ar por 15 segundos, seguida pela aplicação de adesivo. Nas superfícies dos discos de resina composta foram realizados condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, seguidos de lavagem, secagem e aplicação de adesivo. Após a realização dos diferentes tratamentos de superfície, aplicou-se o cimento Transbond XT na base do braquete cerâmico, os quais foram posicionados e fixados no centro do bloco de resina com fotoativação por 40 segundos. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada por 24 horas a 37°C, sendo posteriormente submetidos ao ensaio de cisalhamento numa máquina universal de ensaios MTS: 810 Material Test System.

Os resultados dos ensaios mecânicos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste para comparação de médias (Tukey). Os autores concluíram que o condicionamento com ácido hidrofúorídrico e o jateamento com óxido de alumínio não apresentam vantagens estatisticamente significativas quando usados de forma isolada, mas que quando associados (grupo 3), fornecem uma resistência adesiva mais efetiva e adequada quando comparada ao grupo controle.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

- Avaliar, *in vitro*, a resistência adesiva de braquetes colados no esmalte dentário empregando-se diferentes tratamentos na base do braquete.

3.2. Objetivo Específico

- Avaliar a resistência de união ao cisalhamento de braquetes metálicos e de policarbonato colados sobre o esmalte dental empregando-se os seguintes tratamentos na base do braquete: 1) braquete metálico (controle); 2) braquete de policarbonato sem tratamento na base; 3) braquete de policarbonato com aplicação de adesivo na base; 4) braquete de policarbonato com aplicação de jato de óxido de alumínio na base; 5) braquete de policarbonato com aplicação de jato de óxido de alumínio e adesivo na base.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, *in vitro*, foram utilizados 75 incisivos inferiores permanentes bovinos, recentemente extraídos, distribuídos em cinco grupos com 15 dentes cada um (n=15). O critério para seleção dos dentes incluiu: o esmalte dental intacto e sem trincas. Após as extrações dos dentes e remoção dos tecidos periodontais, os mesmos foram lavados e armazenados em solução aquosa de timol 0,1%, com finalidade de assepsia, e estocados em geladeira a temperatura aproximada de 6°C.

Posteriormente, a porção radicular e a polpa dos dentes foram removidas, permitindo a adaptação das coroas em tubos de PVC (Tigre, Joinville, Brasil) com aproximadamente 2 centímetros de diâmetro. As coroas foram incluídas nesses tubos com resina acrílica quimicamente ativada (JET, São Paulo, Brasil), de tal forma que a porção mais proeminente e central da face vestibular dos dentes ficasse exposta. Na inclusão, as faces vestibulares dessas coroas foram posicionadas paralelamente à base do corpo-de-prova, com a finalidade de possibilitar correto ensaio mecânico. Após a polimerização da resina acrílica, todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada e colocados novamente em geladeira.

Previamente à colagem dos braquetes, as superfícies vestibulares dos dentes receberam profilaxia com taça de borracha (Viking, KG Sorensen, Barueri, Brasil), pedra-pômes extra-fina (S.S.White, Juiz de Fora, Brasil) e água, por 15 segundos e em seguida procedeu-se à lavagem com *spray* ar/água, por 15 segundos, e secagem com jato de ar livre de óleo e umidade, pelo mesmo período de tempo (Fig. 1). A cada cinco profilaxias a taça de borracha foi substituída para a padronização do procedimento.

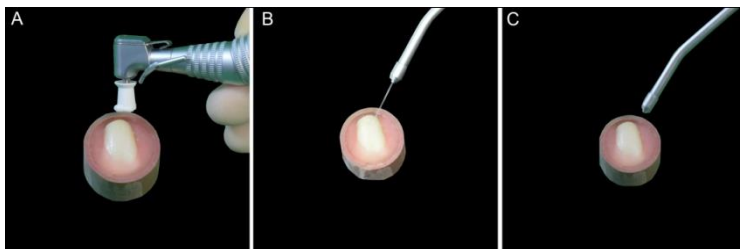


Figura 1 – Representação das etapas laboratoriais: A (profilaxia), B (lavagem), C (secagem).

Uma vez realizada a profilaxia, foi realizado o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico a 37% (Alpha Etch, Nova DFL, Rio de Janeiro, Brasil), por 40 segundos (Fig. 2A), seguido por lavagem e secagem pelo mesmo tempo.

Após condicionamento, os corpos-de-prova foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos (n=15), sendo que no Grupo 1 (controle) foram utilizados braquetes metálicos de incisivos centrais superiores (Morelli, Sorocaba, Brasil), com área de 14,02 mm². Nos grupos 2, 3, 4 e 5 foram utilizados braquetes de policarbonato (Morelli, Sorocaba, Brasil) com a mesma área de base, para cimentação. Em todos os grupos foi utilizado o compósito ortodôntico Natural Ortho (Nova DFL, Rio de Janeiro, Brasil) e o agente de união para resina composta Alpha Bond Ligth (Nova DFL, Rio de Janeiro, Brasil), conforme recomendações do fabricante (Fig. 2B e 2C).

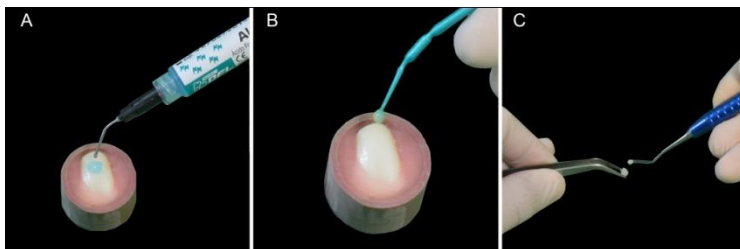


Figura 2 – Representação das etapas laboratoriais: A (condicionamento com ácido fosfórico 37%), B (aplicação de adesivo no dente), C (aplicação do compósito ortodôntico no braquete).

Nos grupos 4 e 5 as bases dos braquetes foram previamente submetidas ao jato com óxido de alumínio de 50 micrometros pelo tempo de 15 segundos, a uma distância de aproximadamente 1 centímetro (Fig. 3A), sendo em seguida lavados em ultrassom por 5 minutos (Fig. 3B). Nos grupos 3 e 5 foi utilizado o agente adesivo Alpha Bond Ligth na base do braquete (Fig. 3C), conforme detalhado abaixo:

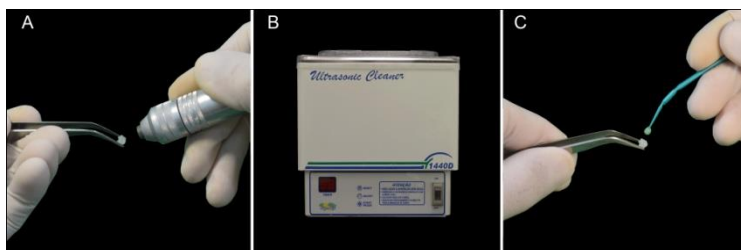


Figura 3 – Representação das etapas laboratoriais: A (jateamento com óxido de alumínio 50µm na base do braquete), B (lavagem em aparelho de ultrassom), C (aplicação de adesivo no braquete).

Grupo 1 (controle): Aplicação de Alpha Bond Ligth na superfície condicionada do esmalte, colocação do compósito Natural Ortho na base do braquete metálico, posicionamento e remoção dos excessos.

Grupo 2: Aplicação de Alpha Bond Ligth na superfície condicionada do esmalte, colocação do compósito Natural Ortho na base do braquete de policarbonato, posicionamento e remoção dos excessos.

Grupo 3: Aplicação de Alpha Bond Ligth na superfície condicionada do esmalte, aplicação de Alpha Bond Ligth na base do braquete de policarbonato, colocação do compósito Natural Ortho na base do braquete, posicionamento e remoção dos excessos.

Grupo 4: Aplicação prévia de jato de óxido de alumínio (50µm) na base do braquete de policarbonato, a distância de 1 cm, por 15 segundos. Aplicação de Alpha Bond Ligth na superfície

condicionada do esmalte, colocação do compósito Natural Ortho na base do braquete, posicionamento e remoção dos excessos.

Grupo 5: Aplicação prévia de jato de óxido de alumínio ($50\mu\text{m}$) na base do braquete de policarbonato, a distância de 1 cm, por 15 segundos. Aplicação de Alpha Bond Ligth na superfície condicionada do esmalte, aplicação de Alpha Bond Ligth na base do braquete, colocação do compósito Natural Ortho na base do braquete, posicionamento e remoção dos excessos.

Durante a cimentação, cada braquete foi comprimido com uma agulha de Gillmore posicionada no centro do braquete, com 453,6g de força até a fotoativação final, com o objetivo de reduzir e padronizar a espessura da resina (Fig. 4A). Foi removido o excesso de material resinoso com uma espátula para resina (Duflex, Juiz de Fora, Brasil) (Fig. 4B).

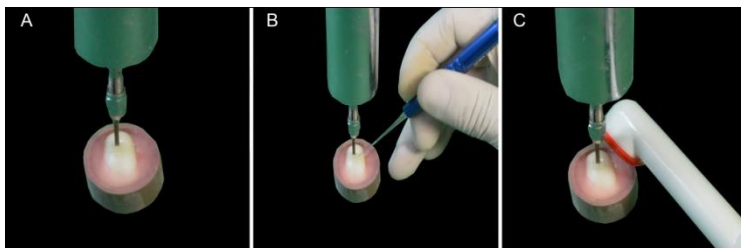


Figura 4 – Representação das etapas laboratoriais: A (agulha de Gillmore posicionada sobre o braquete), B (remoção dos excessos do compósito com espátula), C (fotoativação com aparelho LED).

A resina foi fotoativada com aparelho de luz halógena Optilight LD Max (Gnatus, Ribeirão Preto, Brasil), a distância de 1 mm da base do braquete, por 40 segundos, sendo 10 segundos em cada face (mesial, distal, incisal e gengival) (Fig. 4C). A intensidade de luz foi aferida regularmente com radiômetro, de modo que fosse mantida intensidade de $550\text{mW}/\text{cm}^2$.

Após a colagem, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada e mantidos em estufa, durante 24 horas, à temperatura de 37°C . O teste de resistência ao cisalhamento foi

realizado em máquina de ensaios mecânicos (Instron Corporate Norwood, MA-USA) (Fig. 5A), operando a uma velocidade de 0,5 mm/min., através de ponta ativa em forma de cinzel (Fig. 5B). Os resultados de resistência ao cisalhamento foram obtidos em Newtons (N) e divididos pela área da base do braquete (mm²), obtendo-se os resultados em Megapascal (MPa = N/mm²).

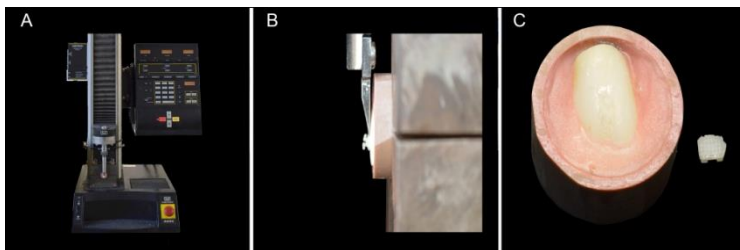


Figura 5 – Representação das etapas laboratoriais: A (corpo-de-prova posicionado na máquina de ensaios mecânicos Instron), B (detalhe do posicionamento do braquete durante o teste), C (corpo-de-prova e braquete após o teste).

Os resultados do teste de resistência ao cisalhamento da união foram submetidos à análise de Variância (ANOVA) e posteriormente ao teste de Tukey para comparação do controle com os demais tratamentos. A metodologia aplicada foi baseada nos estudos de (SPONCHIADO *et al.*, 2005 e PITHON *et al.*, 2008) e adequada para os fins desta pesquisa.

5. RESULTADOS

Os valores médios da resistência da união (MPa) dos braquetes ao esmalte são apresentados na Tabela 1 e ilustrados no gráfico da Figura 6. O maior valor médio foi obtido no Grupo 4 (10,30MPa), sendo o mesmo estatisticamente superior ao Grupo 2 (8,10MPa) ($p = 0,028692$) e ao Grupo 3 (7,91MPa) ($p = 0,013683$), que apresentou o menor valor médio. O Grupo 1 (9,69MPa – controle) e o Grupo 5 (9,85MPa) foram estatisticamente similares entre si e aos demais grupos ($p > 0,05$).

Tabela 1 – Valores médios da resistência de união ao esmalte (MPa), por cisalhamento, nos diferentes grupos avaliados (n=15).

GRUPOS	Média
G1 – Metálico (controle)	9,69 (2,39) AB
G2 – Policarbonato	8,10 (1,52) B
G3 – Policarbonato + Adesivo	7,91 (1,52) B
G4 – Policarbonato + Jateamento	10,30 (2,39) A
G5 – Policarbonato + Jateamento + Adesivo	9,85 (1,94) AB

* Valores médios seguidos por letras distintas são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

** Desvio-padrão entre parênteses.

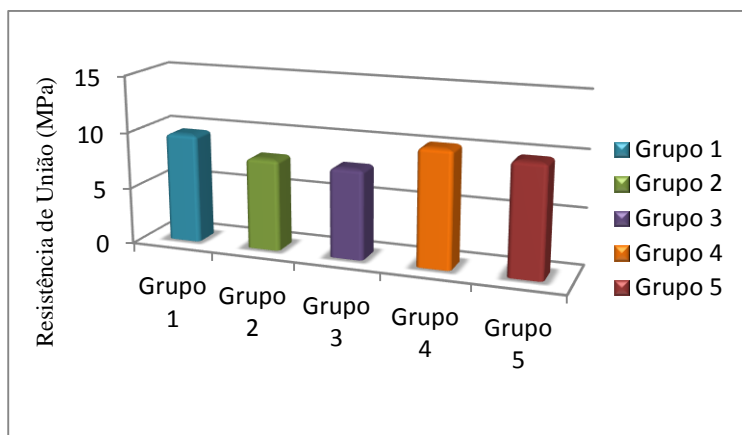


Figura 6 – Representação gráfica dos valores médios da resistência de união ao esmalte (MPa), por cisalhamento, nos diferentes grupos avaliados (n=15).

6. DISCUSSÃO

Desde a introdução do ataque ácido à superfície do esmalte, por Buonocore, em 1955, várias áreas da Odontologia têm adotado esta conduta rotineiramente. Na Ortodontia, essa descoberta proporcionou o desenvolvimento e a aplicação clínica por meio da colagem de acessórios ortodônticos diretamente sobre a superfície do esmalte, eliminando o uso de bandas, com todas as suas desvantagens, facilitando o trabalho do profissional. Atualmente, a prática de colagem de braquetes com compósitos é amplamente empregada pelos ortodontistas, o que comprova a sua eficácia e aceitação. No entanto, procurando satisfazer o ortodontista e o paciente, a indústria de materiais é incansável no desenvolvimento de acessórios ortodônticos estéticos e materiais de colagem que resistam às forças ortodônticas e mastigatórias (SEIXAS, 2005).

Estudos relatam que o local onde normalmente ocorre a fratura na ligação braquete/resina/dente é na interface braquete/adesivo, devido à fraca união adesiva existente nesta área (SOUZA, FRANCISCONI, ARAÚJO, 1999; PITHON, OLIVEIRA, RUELLAS, 2006). Segundo os autores, muitos aperfeiçoamentos foram desenvolvidos na tentativa de melhorar essa ligação, como a modificação no desenho das bases com telas, perfurações e ranhuras. Também foi proposta a aplicação de outros agentes de ligação (ZACHRISSON, 1998), bem como o tipo de resina utilizada, como já descrito na revisão de literatura, além do recente jateamento das bases dos braquetes (MONDELLI e FREITAS 2007; PITHON *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2007; PIGNATTA *et al.*, 2009; ANDRADE, REGES, LENZA, 2012). Apesar de todos esses esforços, a citada interface adesiva continua sendo crítica em termos de resistência e durabilidade da ligação no agressivo ambiente bucal.

Analisando-se o fato de que até o momento a união braquete/adesivo é conseguida mecânica e quimicamente, e

sabendo-se que no comércio odontológico existe um dispositivo que tem a capacidade de condicionar a área de superfície, criando retenções mecânicas adicionais por meio da aplicação de jato de óxido de alumínio no braquete, além da possibilidade de utilização de outros recursos para a colagem de braquetes, idealizou-se esta investigação.

Como salientado, o objetivo deste estudo foi avaliar a resistência adesiva de braquetes colados no esmalte dentário empregando-se diferentes tratamentos na base do braquete. Os testes de cisalhamento foram realizados no sentido ocluso-gengival dos braquetes, devido à maior dimensão méso-distal do acessório em relação a dimensão ocluso-gengival, o que oferece maior resistência à remoção quando a força é aplicada neste sentido (OKAZAKI, ALMEIDA, MARTINS, 1980) e, também, para facilitar a padronização da metodologia aplicada.

Não é fácil quantificar a força de adesão ideal para a colagem de acessórios ortodônticos. Sabe-se, porém, que não deve ser extremamente baixa, uma vez que o braquete precisa manter-se fixado à superfície dentária, tampouco ser alta o suficiente para que a descolagem cause fratura na superfície do esmalte. Em 1975, Reynolds realizou uma completa revisão sobre a adesão de acessórios em Ortodontia e afirmou que, para esse propósito, a força de adesividade mínima deve ficar entre 6MPa e 8MPa.

No presente estudo, comparando-se os valores médios de resistência ao cisalhamento, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o Grupo1 (9,69MPa – controle), que utilizou braquetes metálicos, em relação aos demais grupos, em que foram utilizados braquetes de policarbonato, demonstrando que braquetes ortodônticos confeccionados com este material proporcionam forças de adesão suficientes para manter estes acessórios em posição (Tabela 1). Os valores médios das forças de adesão obtidas nesta pesquisa ficaram entre 7,91MPa (G3) e 10,30MPa (G4), demonstrando sua

aplicabilidade clínica, conforme preconizado por Reynolds (1975).

Em todos os grupos em que ocorreu o tratamento com jato de óxido de alumínio com partículas de 50 micrometros houve melhora na resistência de união dos braquetes. Em contrapartida, houve uma pequena diminuição (sem diferença significativa) da resistência ao cisalhamento nos Grupos 3 (7,91MPa) e 5 (9,85MPa) (Tabela 1), onde foi aplicado o agente de união Alpha Bond Ligth (Nova DFL), comparativamente aos Grupos 2 e 4 onde o mesmo agente de união não foi aplicado. Ressalta-se, porém, que os valores médios permaneceram dentro de valores clinicamente aceitáveis.

Os menores valores encontrados nesta pesquisa quando da utilização do adesivo Alpha Bond Ligth, embora sem diferença estatisticamente significativa, podem ser devido ao pH ácido do material que, segundo Franco *et al.* (2002), provoca a inibição da fotopolimerização das camadas superficiais das resinas compostas e consequentemente interfere na qualidade da união adesivo/resina.

Em estudo realizado em 2007, Mondelli e Freitas fizeram o uso do agente adesivo Single Bond (3M), que associado ou não ao jateamento da base do braquete, também promoveu uma queda dos valores de resistência ao cisalhamento. Os autores sugerem que isso se deve à finalidade específica do adesivo, que é promover adesão em dentina e esmalte dentário. Ressalta-se que nas orientações de uso, o fabricante do agente de união Alpha Bond Ligth (Nova DFL), não restringe, mas indica a aplicação de uma fina camada do adesivo apenas sobre a área dentária condicionada e ressalta que a cimentação de braquetes de plástico requer a utilização de adesivos especiais.

Os resultados deste estudo demonstraram que a adesão proporcionada pela técnica empregada no Grupo 4, ou seja, tratamento da base do braquete apenas com o jateamento de óxido de alumínio de 50 μ m, demonstrou ser eficaz para o

procedimento de colagem de braquetes. Esse grupo apresentou 10,30MPa de valor médio de resistência de união, suficientes para propósitos clínicos, e diferiu estatisticamente dos grupos 2 (8,10MPa – polycarbonato) e 3 (7,91MPa – polycarbonato + adesivo) ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Na literatura, verifica-se estudos recentes que demonstram melhorias nas forças de adesão de acessórios ortodônticos à estrutura dentária quando é realizado o tratamento prévio da superfície do braquete com óxido de alumínio de 50 μ m. Mondelli e Freitas, em 2007, avaliaram a força de união na interface resina/braquete, com jato de óxido de alumínio aplicado na base de braquetes ortodônticos de aço inoxidável, associado ou não ao sistema adesivo resinoso. Os autores concluíram que o tratamento com jato de óxido de alumínio na base dos braquetes melhorou os valores de adesividade na interface resina/braquete, para todos os materiais de colagem empregados. Os resultados encontrados demonstraram que todos os tipos de tratamento utilizados, até mesmo aqueles que diminuíram as médias de resistência adesiva em relação aos seus respectivos controles, estavam situados dentro da faixa de valores mínimos (6 a 8MPa), o que possibilita sua utilização clínica.

Ainda em 2007, Pithon *et al.* avaliaram a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos e de polycarbonato colados sobre diferentes condições. No estudo, foram jateados com óxido de alumínio (50 μ m) apenas as bases dos braquetes de polycarbonato, concluindo os autores que houve aumento da resistência adesiva ao esmalte desses acessórios jateados, especialmente quando associado ao agente de união OrthoPrimer (Morelli). Em estudo realizado em 2012, Andrade, Reges e Lenza avaliaram a resistência da união da interface entre braquete cerâmico e restauração de resina composta, empregando quatro tipos de tratamento na base do braquete. Os autores concluíram que o condicionamento com ácido hidrofluorídrico e o jateamento com óxido de alumínio não apresentam vantagens estatisticamente significativas quando usados de forma isolada,

mas fornecem uma resistência adesiva efetiva e adequada quando utilizados de forma associada.

Esse aumento considerável na resistência à união entre o material resinoso e o acessório ortodôntico, observado nos estudos, ocorre provavelmente pelo aumento das irregularidades superficiais, resultando em uma maior área de contato na interface braquete/resina e proporcionando melhor imbricamento mecânico da resina nas microporosidades criadas pelas partículas de óxido de alumínio. Em um estudo, Zachrisson (1998) relatou que o microjateamento com partículas de 50 micrometros de óxido de alumínio produz uma superfície retentiva em metais, sendo a resistência adesiva sensivelmente aumentada.

Por outro lado, os achados deste estudo discordam dos trabalhos de Oliveira *et al.* (2007) e Pignatta *et al.* (2009), que não evidenciaram diferença estatística significativa. Nessas pesquisas, os autores também avaliaram a resistência ao cisalhamento da união de braquetes ortodônticos com bases previamente jateadas com óxido de alumínio de 50 micrometros. Ambos concluíram que o tratamento diferenciado das bases não determinou o aumento da adesividade.

Como visto na presente pesquisa, a aplicação de jato de óxido de alumínio na base dos braquetes de policarbonato contribui para o aumento da resistência de união ao esmalte dental. Convém ressaltar que existem outros fatores que influenciam o ortodontista na seleção do braquete a ser usado, como custo, material de colagem, facilidade de aquisição, experiência prévia, entre outros. Este trabalho avaliou apenas um aspecto desses acessórios ortodônticos, a resistência ao cisalhamento, onde todos os grupos apresentaram desempenho aceitável e compatível com aplicação do ponto de vista clínico, muito embora diferenças significativas tenham sido observadas. Ressalta-se que novos estudos poderão ser conduzidos com o intuito de confirmar ou não os resultados da presente pesquisa, envolvendo variáveis não contempladas na presente investigação.

7. CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia adotada e com base na análise e discussão dos resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

- Os braquetes metálicos e os de policarbonato proporcionaram resultados satisfatórios de resistência de união ao esmalte, sob cisalhamento, comparativamente à literatura pesquisada.
- O tratamento da base do braquete de policarbonato com jato de óxido de alumínio foi considerado eficiente no preparo da superfície previamente à colagem, por fornecer uma resistência adesiva mais efetiva.
- A aplicação do agente de união Alpha Bond Ligth, como tratamento de superfície do braquete de policarbonato previamente à colagem, não proporcionou melhora na resistência adesiva.

REFERÊNCIAS

- ALJUBOURI, Y.D.; MILLET, D.T.; GILMOUR, W.H. Laboratory evaluation of a self-etching primer for orthodontic bonding. **European Journal of Orthodontics**, v. 25, n. 6, p. 411-415, 2003.
- ANDRADE, P.H.R.; REGES, R.V.; LENZA, M.A. Evaluation of shear bond strength of different treatments of ceramic bracket surfaces. **Dental Press J Orthod**, v. 17, n. 4, p. 17-8, July/Aug. 2012.
- BÁGGIO, P.E.; TELLES, C.S.; DOMICIANO, J.B. Avaliação do atrito produzido por braquetes cerâmicos e de aço inoxidável, quando combinados com fios de aço inoxidável. **R. Dental Press Ortodon. Facial**, Maringá, v. 12, n. 1, p. 67-77, Jan./Fev. 2007.
- BISHARA, S.E.; VONWALD, L.; FAFFOON, J.F.; WARREN, J.J. The Effect of Repeated Bonding on the Shear Bond Strength of a Composite Resin Orthodontic Adhesive. **The Angle Orthodontist**, v. 70, n. 6, p. 435-443. Dec. 2000.
- BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, v. 34, n. 6, p. 849-53, Dec. 1955.
- CORRER SOBRINHO, L.; CONSANI, S.; SINHORETTI, M.A.C.; CORRER, G.M.; CONSANI, R.L.X. Avaliação da resistência ao cisalhamento na colagem de braquetes, utilizando diferentes materiais. **Rev ABO Nac.**, v. 9, n. 3, p. 157-162, 2001.
- CORRER SOBRINHO, L.; CORRER, G.M.; CONSANI, S.; SINHORETTI M.A.C.; CONSANI R.L.X. Influência do tempo pós-fixação na resistência ao cisalhamento de bráquetes colados com diferentes materiais. **Pesq. Odontol. Bras.**, v. 16, n. 1, p. 43-49, Jan./Mar. 2002.

DERECH, C.D.; PEREIRA, J.S.; SOUZA, M.M.G. O efeito do jateamento de esmalte na força de adesão na colagem de braquetes. **R Dental Press OrtodonOrtop Facial**, v. 13, n. 3, p. 43-49, Maio/Jun. 2008.

EVANS, L.B.; POWERS, J.M. Factors affecting *in vitro* bond strength of no-mix orthodontic cements. **Am J Orthod.**, v. 87, n. 6, p. 508-512, 1985.

FLEISCHMANN, L.A.; SOBRAL, M.C.; SANTOS JÚNIOR, G.C.; HABIB, F. Estudo comparativo de seis braquetes ortodônticos quanto à força de adesão. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v. 13, n. 4, p. 107-116, Jul./Ago. 2008.

FLORIANO, H.; MORI, A.T.; MALTAGLIATI, A.M.A.; LINO A.P. Estudos da resistência à tração de braquetes metálicos colados em relação a alguns tipos de base. **Rev. Paul. Odontol.**, v. 23, n. 2, p. 20-23.2001.

FRANCO, E.B.; LOPES, L.G.; D'ALPINO, P.H.P.; PEREIRA, J.C.; MONDELLI, R.F.L.; NAVARRO, M.F.L. Evaluation of compability between different types of adhesives and dual-cared resin cement. **J Adhes Dent**, v. 4, n. 4, p. 271-275. Winer, 2002.

MACCOLL, G.A.; ROSSOUW, P.E.; TITLEY, K.C.; YAMIN, C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 113, n. 3, p. 276-281, 1998.

MATAGLIATI, L.A.; FERES, R.; FIGUEIREDO, M.A.; SIQUEIRA, D.F. Braquetes estéticos – considerações clínicas. **Rev. Clin. Ortodon. Dental Press**, Maringá, v. 5, n. 3, Jun./Jul. 2006.

MONDELLI, A.L.; FREITAS, M.R. Estudo comparativo da resistência adesiva da interface resina braquete, sob esforços de cisalhamento, empregando três resinas compostas e três tipos de

tratamento na base do braquete. **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, v. 12, n. 3, p. 111-125. Maio/Jun. 2007.

NEWMAN, G.V. Epoxy adhesives for orthodontics attachments: Progress report. **Am J Orthod**, v. 51, n. 12, p. 901-12, Dec. 1965.

OLIVEIRA, M.V.; PITHON, M.M.; RUELLAS, A.C.O.; ROMANO, F.L. Estudo comparativo da resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos de policarbonato. **Ortodontia SPO**, v. 40, n. 3, p. 197-201, Jul/Set. 2007.

OKAZAKI, L.K.; ALMEIDA, R.R.; MARTINS, D.R. Estudo comparativo de sete cimentos para colagem direta ortodôntica. **Ortodontia**, v. 13, n. 1, p. 16-25, Jan./Abr. 1980.

ÖZCAN, M.; FINNEMA, K.; YBEMA, A. Evoluution of failure characteristics and bond strength after ceramic and polycarbonate bracket debonding: effect of bracket base silanization. **Eur. J.Orthod.**, v. 30, n. 2, p. 176-182. Jan. 2008.

PIGNATTA, L.M.B.; LUGATO, I.C.P.T.; BERTOZ, F.A.; SANTOS, E.C.A. Avaliação do Índice de Remanescente Adesivo utilizando braquetes com e sem tratamento na base e a interação com três sistemas de colagem. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 14, n. 1, p. 117-123, Jan/Fev. 2009.

PITHON, M.M.; BERNARDES, L.A.A.; RUELLAS, A.C.O.; ROMANO, F.L. Avaliação da resistência ao cisalhamento do compósito Right-On em diferentes condições de esmalte. **R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, v. 13, n. 3, p. 60-65, Maio/Jun. 2008.

PITHON, M.M.; OLIVEIRA, M.V.; RUELLAS, A.C.O. Estudo comparativo da resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos colados com cimentos de ionômero de vidro reforçados com resina. **Rev. Saúde.Com**, v. 2, n. 1, p. 127-134. 2006.

PITHON, M.M.; OLIVEIRA, M.V.; RUELLAS, A.C.O.; ROMANO, F.L. Shear bond strength of orthodontic brackets to enamel under different surface treatment conditions. **J Appl Oral Sci**, v. 15, n. 2, p. 127-130, 2007.

PROFFIT, W.R. Aparelhos ortodônticos contemporâneos. In: PROFFIT, W.R.; FIELDS, H.W.; SARVER, D.M.Jr. **Ortodontia contemporânea**. [tradução Rodrigo Melo do Nascimento et al.]. 4 ed. Rio de Janeiro : Elsevier, cap. 11, p. 367-400, 2007.

RETAMOSO, L.B.; COLLARES, F.M.; SAMUEL, S.M.W.; FERREIRA, E.S. Influência do sistema adesivo na resistência de união de “brackets”: um estudo “*in vitro*”. **R. Fac. Odontol. Porto Alegre**, v. 47, n. 3, p. 14-16. Dez. 2006.

REYNOLDS, I.R. A review of direct orthodontic bonding. **Br. J. Orthod., Oxford.**, v. 2, n. 3, p. 171-175, 1975.

ROMANO, F.L.; TAVARES, S.W.; NOUER, D.F.; CONSANI, S.; MAGNANI, M.B.B.A. Shear Bond strength of metallic orthodontic brackets bonded to enamel prepared with self-etching primer. **Angle Orthodontist**, v. 75, n. 5, p. 849-853, 2005.

SADLER, J.F. A survey of some commercial adhesives: their possible application in clinical orthodontics. **Am J Orthod**, v. 44, n. 1, p. 65, Jan. 1958.

SEIXAS, M.M.D. **Estudo de propriedades físicas de materiais adesivos ortodônticos**. Ilha Solteira : UNESP. Dissertação. 2005.

SOBREIRA, C.R.; LORIATO, L.B.; OLIVEIRA, D.D. Braquetes estéticos: características e comportamento clínico. **Rev. Clin. Ortodon. Dental Press**, Maringá, v. 6, n. 1, Fev./Mar. 2007.

SOUZA, C.S.de ; FRANCISCONI, P.A.S.; ARAÚJO, P.A.de. Resistências de união de cinco cimentos utilizados em ortodontia. **Rev. FOB**, v. 7, n. 1/2, p. 15-21. Jan./Jun. 1999.

SPONCHIADO, A.R.; WUNDERLICHJÚNIOR, A.E.; GALLETTA, P.S.; ROSA, M. Avaliação do uso do *Self Etching Primer* na colagem de braquetes ortodônticos metálicos. **R. Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 10, n. 3, p. 66-74, Maio/Jun. 2005.

TAVARES, S.W.; CONSANI, S.; NOUER, D.F.; MAGNANI, M.B.B.A.; PEREIRA NETO, J.S.; ROMANO, F. Evaluation in vitro of the shear Bond strenght of aluminum oxide recycled brackets. **Braz J Oral Sci**, v. 2, n. 7, p. 378-381, Oct/Dec. 2003.

TORTAMANO, A.; VIGORITO, J.W.; NAUFF, F.; GARONE, G.M.; SANTOS, R.S.C. Avaliação da resistência à tração de agentes cimentantes para braquetes ortodônticos. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, v. 56, n. 4, p. 259-263. 2002.

ZACHRISSON, B.U. Colagem em ortodontia. In: Graber TM, Vanarsdall RL. **Ortodontia: princípios e técnicas atuais**. 2 ed. Rio de Janeiro : Guanabara-Koogan, cap. 10, p. 542-626, 1998.

ANEXO A – Termo de Doação

ANEXO A – Termo de Doação

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

Meu nome é Diogo Alencar Cé, acadêmico do curso de Odontologia da UFSC, estou desenvolvendo uma pesquisa denominada: "Avaliação da Resistência de União de Braquetes Ortodônticos Cimentados com Diferentes Técnicas". O objetivo da mesma é avaliar em laboratório a resistência ao cisalhamento da união de braquetes de policarbonato, cimentados sobre o esmalte dentário com diferentes técnicas. Para a realização desta pesquisa, utilizarei dentes bovinos. Portanto, peço gentilmente que você faça a doação destes dentes e ajude-me a realizar esta importante pesquisa.

Pelo presente instrumento, Paulo Elvino Guedes, portador(a) do RG: 1247579, proprietário(a) dos dentes bovinos, desistindo-se do direito de ação e posse que tenha sobre os mesmos, fazendo a DOAÇÃO de 39 dentes bovinos para acadêmico da Universidade Federal de Santa Catarina, sem direito a qualquer tipo de indenização no presente e no futuro.

E assim, por estar de acordo com a presente DOAÇÃO é lavrado o presente termo que vai devidamente assinado:

Assinatura Doador(a)

Florianópolis, 10 de setembro de 2013.

ANEXO B – Valores individuais de resistência de união (Newtons), por cisalhamento, nos diferentes grupos avaliados.

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
1	141,1	127,8	83,1	152,4	92,4
2	184,6	139,8	128,4	85,9	121,8
3	162,1	86,3	99,3	144,4	178,4
4	87,9	131,3	125,7	166,1	134,2
5	136,4	82,4	144,9	187,5	155,4
6	100,5	103,2	92,1	131,4	98,9
7	177,6	93,1	137,1	99,6	133,6
8	160,8	96,2	120,9	189,3	160,6
9	90,9	115,8	96,2	166,5	144,3
10	137,3	147,3	84,0	121,7	96,3
11	92,6	118,9	118,4	150,4	143,4
12	145,2	87,7	113,3	181,0	166,9
13	153,8	109,6	136,9	90,1	133,2
14	170,3	128,5	105,3	137,1	138,4
15	99,5	137,9	79,4	164,8	175,8
MÉDIA	136,04	113,72	111,00	144,54	138,24

*Grupo 1: Metálico (Controle)

*Grupo 2: Policarbonato

*Grupo 3: Policarbonato + Adesivo

*Grupo 4: Policarbonato + Jateamento

*Grupo 5: Policarbonato + Jateamento + Adesivo

ANEXO C – Valores individuais de resistência de união (MPa), por cisalhamento, nos diferentes grupos avaliados.

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
1	10,06	9,11	5,92	10,87	6,59
2	13,16	9,97	9,15	6,12	8,68
3	11,56	6,15	7,08	10,29	12,72
4	6,26	9,36	8,96	11,84	9,57
5	9,72	5,87	10,33	13,37	11,08
6	7,16	7,36	6,56	9,37	7,05
7	12,66	6,64	9,77	7,10	9,52
8	11,46	6,86	8,62	13,50	11,45
9	6,48	8,25	6,86	11,87	10,29
10	9,79	10,50	5,99	8,68	6,86
11	6,60	8,48	8,44	10,72	10,22
12	10,35	6,25	8,08	12,91	11,90
13	10,97	7,81	9,76	6,42	9,50
14	12,14	9,16	7,51	9,77	9,87
15	7,09	9,83	5,66	11,75	12,53
MÉDIA	9,69	8,10	7,91	10,30	9,85

*Grupo 1: Metálico (Controle)

*Grupo 2: Policarbonato

*Grupo 3: Policarbonato + Adesivo

*Grupo 4: Policarbonato + Jateamento

*Grupo 5: Policarbonato + Jateamento + Adesivo

ANEXO D – Quadro de Análise de Variância (ANOVA)

Efeitos da variação	Tratamento	Resíduo
Soma dos Quadrados	71,222	279,380
Graus de liberdade	4	70
Quadrado médio	17,806	3,991
Valor F	4,461	
Valor <i>P</i>	0,002866	

ANEXO E – Valores de “P” após a aplicação do teste de Tukey (5%)

	G1	G2	G3	G4	G5
G1		0,199272	0,115276	0,919367	0,999554
G2	0,199272		0,998936	0,028692	0,128285
G3	0,115276	0,998936		0,013683	0,070140
G4	0,919367	0,028692	0,013683		0,971998
G5	0,999554	0,128285	0,070140	0,971998	

*G1: Metálico (Controle)

*G2: Policarbonato

*G3: Policarbonato + Adesivo

*G4: Policarbonato + Jateamento

*G5: Policarbonato + Jateamento + Adesivo

** Em vermelho valores de “p” com significância estatística ($p < 0,05$).